Teknika 19 (2): 569-574

JURNAL TEKNIKA
ISSN: 0854-3143
e-ISSN: 2622-3481
Journal homepage: http://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teknika
Journal Email: teknika@polsri.ac.id

Perlakuan Awal *Makroalga Gracilaria Sp* Menggunakan *Deep Eutectic Solvent* Untuk Produksi Glukosa

Delima Nainggolan*[1], Cintiya Septa Hasannah[2], Alfieta Rohmaful Aeni[3], Yanni Sudiyani[4], Muryanto[5]

[*1,2,3,4,5] Program Studi Teknik Kimia, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia
*Email Penulis Korespondensi: 2010631230005@student.unsika.ac.id

Abstrak

Produksi gula dalam negeri di Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan nasional. Pada tahun 2022, permintaan gula mencapai 6 juta ton, sementara produksi hanya 2,2 juta ton, sehingga terjadi kekurangan sebesar 3,8 juta ton. Kesenjangan ini diperkirakan akan meningkat, dengan proyeksi permintaan mencapai 9,81 juta ton pada tahun 2030. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif untuk meningkatkan produksi glukosa, terutama untuk kebutuhan industri dan energi terbarukan. Penelitian ini mengeksplorasi potensi Gracilaria sp., sejenis makroalga merah, sebagai bahan baku produksi glukosa menggunakan pelarut eutektik dalam (deep eutectic solvent/DES). Proses hidrolisis dilakukan dengan variasi konsentrasi DES (20%, 30%, 50%, dan 90%) pada suhu 60°C, 80°C, dan 100°C selama 60 menit. Hasil menunjukkan bahwa suhu optimal untuk produksi glukosa adalah 60°C. Konsentrasi DES paling efektif adalah 20%, yang menghasilkan glukosa sebesar 1,36%. Temuan ini menunjukkan bahwa Gracilaria sp. berpotensi menjadi sumber glukosa alternatif melalui metode pengolahan yang ramah lingkungan. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengembangan teknologi berbasis makroalga untuk meningkatkan ketersediaan glukosa nasional dan mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil.

Kata kunci— *makroalga, pretreatment, bioethanol*

Abstract

Indonesia's domestic sugar production is insufficient to meet national demand. In 2022, the demand reached 6 million tons, while domestic production was only 2.2 million tons, leaving a deficit of 3.8 million tons. This gap is expected to widen, with projections indicating a demand of 9.81 million tons by 2030. To address this, alternative solutions for increasing glucose production are needed, particularly for use in industrial and bioenergy sectors. This study investigates the potential of Gracilaria sp., a red macroalga, as a raw material for glucose production using deep eutectic solvents (DES). Hydrolysis was carried out using DES at varying concentrations (20%, 30%, 50%, and 90%) under different temperatures (60°C, 80°C, and 100°C) for 60 minutes. The results indicate that the most effective temperature for glucose production is 60°C. Among the tested concentrations, 20% DES yielded the highest glucose content, reaching 1.36%. These findings suggest that Gracilaria sp. has potential as an

Received: February 11, 2025; Online Available: April 22, 2025

alternative glucose source through environmentally friendly processing methods. This research contributes to the development of macroalgae-based technologies aimed at enhancing glucose availability and reducing dependence on fossil energy sources in Indonesia.

Keywords— *macroalgae, pretreatment, bioethanol*

1. PENDAHULUAN

Produksi gula di Indonesia tidak mampu memenuhi permintaan nasional yang terus meningkat. Meskipun permintaan gula diperkirakan akan mencapai 6 juta ton pada tahun 2022, produksi dalam negeri masih sekitar 2,2 juta ton per tahun sehingga menyebabkan kekurangan sebesar 3,8 juta ton. Permintaan gula diperkirakan meningkat menjadi 9,81 juta ton pada tahun 2030, dan situasi ini akan memburuk kecuali produksi meningkat secara signifikan [1]. Ketergantungan impor ini beresiko mengganggu pasokan gula dalam negeri dan stabilitas harga. Maka diambil Solusi dari masalah tersebut adalah dengan menambahkan altenatif produksi glukosa menggunakan makroalga *Gracilaria Sp* yang lebih ramah lingkungan karena makroalga dapat mengkonversi karbohidrat alami menjadi glukosa melalui proses hidrolisis, yang relatif lebih aman dan lebih ringkas dibandingkan dengan proses sintetis kimia tradisional [2].

Salah satu sumber selulosa yang bisa dikonversi menjadi gula adalah rumput laut jenis alga *rhodophyceae Gracilaria sp*. Alga ini mengandung selulosa sebesar 13,04%, *lignin* sebesar 3,84% [3]. Dibandingkan dengan biomasa lain seperti jagung dan tebu, produktivitas *makroalga* lebih besar 5 kali lipat. Di Indonesia, terdapat 903 spesies *makroalga* dari 268 marga, meliputi 201 spesies alga hijau (*Chlorophyta*), 138 spesies alga coklat (Phaeophyta), dan 564 spesies alga merah (*Rhodophyta*) [4]. *Gracilaria Sp.* adalah *makroalga* yang banyak dibudidayakan di dunia karena memiliki kandungan agar yang tinggi, dan dapat digunakan sebagai pengental, stabilisator, dan pengemulsi dalam industri. Selain itu, *Gracilaria Sp*. juga mengandung senyawa antibakteri yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri [5]. Secara ekologis, tumbuhan ini memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan dengan kemampuannya mengikat nitrogen, fosfor, dan karbon. Negara-negara seperti Jepang, China, Korea, dan Indonesia telah mengembangkan budidaya *Gracilaria Sp.*, di mana Indonesia menaruh fokus pada pengembangan bibit sebagai kunci keberhasilan budidayanya. Kemudahan budidaya *Gracilaria Sp.* menurut [6], dipengaruhi oleh kemampuannya untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang fluktuatif.

Makroalga memiliki nilai ekonomi tinggi dan sering digunakan sebagai bahan pangan serta obat tradisional oleh masyarakat pesisir, selain berfungsi sebagai produsen primer di ekosistem perairan. Makroalga adalah tumbuhan tingkat rendah tanpa akar, batang, atau daun sejati, dan dapat dilihat dengan mata telanjang karena ukurannya yang besar [7]. Mereka tersebar di daerah litoral dan sublitoral yang masih mendapatkan cahaya matahari cukup [8].

Alga *Gracilaria sp* yang merupakan biomassa berlignoselulosa ini dapat dimanfaatkan gula ketika dihidrolisis [9]. Hidrolisis pati dan selulosa menjadi gula dapat dilakukan dengan hidrolisis secara kimiawi, fisik dan enzimatik. Hidrolisis secara enzimatik memiliki perbedaan mendasar dibandingkan hidrolisis secara kimiawi dan fisik dalam hal spesifitas pemutusan rantai polimer pati dan selulosa [10]. Hidrolisis secara kimiawi dan fisik akan memutus rantai polimer secara acak, sedangkan hidrolisis enzimatik akan memutus rantai polimer secara spesifik pada percabangan tertentu [11]. Pada penelitian ini dilakukan hidrolisis enzimatik dengan enzim selulase. Berdasarkan penelitian [12], katalis DES menghasilkan glukosa lebih tinggi dibandingkan H2SO4. Hal ini terjadi karena H_2SO_4 bersifat membakar selulosa sedangkan DES tidak, sehingga glukosa yang dihasilkan lebih sedikit. Dalam hal ini, asam berfungsi sebagai katalisator yaitu untuk mempercepat terjadinya proses hidrolisis.

Penelitian lain yang dilakukan oleh [13] menggunakan bahan baku Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), penggunaan *Deep Eutectic Solvent* (DES) sebagai metode *pretreatment* untuk *Oil Palm Empty Fruit Bunch* (OPEFB) memiliki potensi yang signifikan dalam meningkatkan produksi glukosa. Meskipun pretreatment dengan NaOH menghasilkan *yield*

tertinggi sekitar 60%, *pretreatment* dengan DES juga menunjukkan hasil yang terbaik. Pada *pretreatment* DES pada suhu 110ºC selama 4 jam menghasilkan *yield* sekitar 45%, sedangkan pada suhu 80ºC selama 4 jam menghasilkan *yield* sekitar 35% [14]. Hasil analisis morfologi menunjukkan bahwa baik DES maupun NaOH berhasil merusak struktur serat OPEFB, menciptakan rongga yang lebih banyak dan meningkatkan aksesibilitas selulosa untuk proses hidrolisis enzimatik [15]. Sehingga, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui proses praperlakuan awal makroalga *Gracilaria Sp*, menggunakan *Deep Eutentic Solvent* untuk produksi glukosa.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi pelasanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2023 sampai dengan Februari 2024. Dalam rentang waktu tersebut sudah disertai dengan proses pembuatan sampel dan pengujian di Laboratorium BRIN (Badan Riset Dan Inovasi Nasional), Tangerang Selatan.

2. 2 Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol *scott* 500ml, *oil batch theater*, *magnetic stirer*, neraca nalitik, spatula, cawan petri, gelas ukur, cawan krusibel, oven, kertas saring, Spektro UV–Vis (Hitachi U–2900, Illinois –USA), autoclaf (*Vacuum Drying* 2321 VD), *waterbath*, tabung bilasan, *hopper*, ring karet, penjepit, tabung fitrat, labu ukur, alumunium foil, plastik *warping*, *shaker*, *vortex* (DLAB MX–S).

Bahan yang digunakan adalah rumput laut *Gracilaria sp.* dari perairan Kabupaten Banten, C2H2O4 Asam oksalat, C2H6O2 Glikol, H2SO4 Asam Sulfat, *Aquadest*, *Dinitro Salicylic Acid* (DNS), *Potassium sodium tartrate tetrahydrate* (KNaC4O6.4H2O), *buffer sitrat* 0,05 M, dan *enzim selulase C–Tech* (*Novozime*).

2. 3 Prosedur penelitian

Metode dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu praperlakuan dan hidrolisis. Proses pembuatan glukosa dapat dilihat pada Gambar 1.

2. 3.1 Pembuatan Larutan DES (Deep Eutectic solvent)

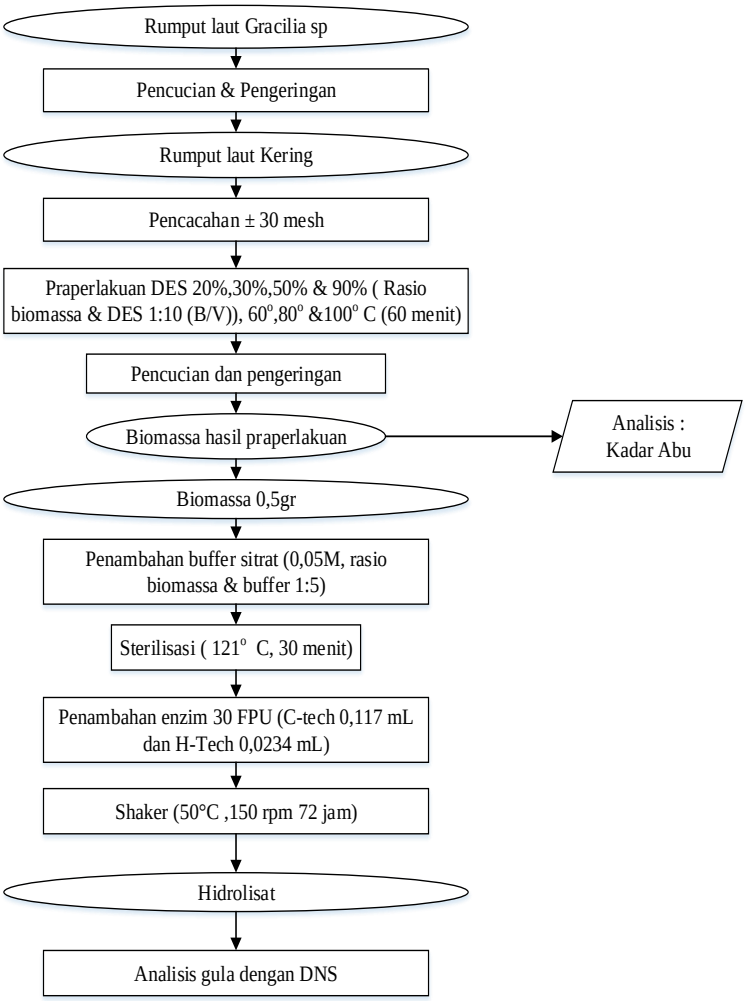
Menimbang C2H2O4 (asam oksalat) sebanyak 90 g/mol dan C2H6O2 (*glycol*) sebanyak 124 g/mol dimasukkan kedalam botol *schot* 500 ml. Setelah itu dipanaskan ke dalam *oil bath* dengan temperatur 80ºC selama 1 jam dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Lalu mendinginkan dalam suhu ruang.

2. 3.2 Praperlakuan Delignifikasi

Proses praperlakuan terdiri dari beberapa tahapan dan perlakuan yaitu persiapan sampel, autoklaf, penetralan dan pengeringan. Praperlakuan menggunakan DES (*Deep Eutectic Solvent*) dengan menggunakan C2H2O4 dan C2H6O2 dengan suhu 80ºC, kemudian dilakukan sterilisasi, penyaringan, pengeringan dan mendapatkan biomassa hasil praperlakuan. Kemudian sampel dikeringkan selama 3 hari dalam *oven* dengan suhu 50°C. Hasil praperlakuan yang telah kering kemudian dilakukan pengecekan kadar air, dimana maksimal kadar air sebesar 10%.

2.3.3 Analisis Gula Pereduksi

Hasil filtrat yang telah ditampung kemudian dilakukan analisis kadar gula pereduksi pada sampel dengan analisis DNS. Sampel diencerkan dengan pengenceran 50x untuk sampel suhu 60ºC dan 80ºC sedangkan pengenceran 100x untuk sampel suhu 100ºC, hasil pengenceran diambil 0,5 mL kemudian ditambahkan dengan 0,5 mL DNS. Kemudian dipanaskan selama 5 menit dan didinginkan, setelah itu ditambahkan *aquades* sebanyak 1,5 mL. Hitung total absorbansi sampel dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm.



Gambar 1 prosedur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis *makroalga* sesudah perlakuan awal memiliki kandungan komponen lignin dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil *lignin* dari proses *pretreatment*

Suhu	**DES (%) Konsentrasi**	**Kadar Lignin (%)**
60	20	14,08
	30	16,68
	50	19,38
	90	20,75
80	20	16,58
	30	19,83
	50	22,23
	90	18,51
100	20	41,67
	30	23,48

	50	38,06
	90	26,92

Pada Tabel 1 Hasil *lignin* dari proses *pretreatment* memperlihatkan data hasil *lignin* dari analisa komponen setelah dilakukan *pretreatment* secara eksperimental. Tabel 1 Pada suhu 60°C dengan konsentrasi 20%, 30%, 50%, hingga 90%, kadar *lignin* tercatat masing-masing sebesar 14,08%, 16,68%, 19,38%, dan 20,75%. Sementara pada suhu 80°C, kadar *lignin* dengan konsentrasi yang sama adalah 16,58%, 19,83%, 22,23%, dan 18,51%. Pada suhu 100°C, kadar lignin untuk konsentrasi 20%, 30%, 50%, hingga 90% meningkat menjadi 41,67%, 23,48%, 38,06%, dan 26,92.

Hasil pada kadar *lignin* yang baik adalah lignin yang memiliki kadar rendah karena dapat menyebabkan degradasi dapat berjalan dengan optimal. Pada Tabel 2 Menunjukkan bahwa pada suhu 60^{o}C kadar *lignin* berada di bawah 15% dengan konsentrasi DES 20%, sedangkan pada suhu 80^{o}C dan 100^{o}C kadar *lignin* berada diatas 15%. Hal tersebut menyatakan bahwa kadar lignin pada suhu 60^{o}C adalah kadar lignin yang memiliki degradasi terbaik dibandingkan dengan suhu 80^{o}C dan 100^{o}C.

Tabel 2 Perbandingan Hasil Glukosa

T (°C)	**Glukosa (%)**
60	2,942
80	0,276
100	1,163

4. KESIMPULAN

Perlakuan awal pada rumput laut *Gracilaria sp*. pada suhu dan pelarut konsentrasi DES 20% mempengaruhi kandungan gula pereduksi. Kadar *lignin* pada penelitian ini mencapai 14,08%. Metode terbaik ditemukan pada suhu 60^{o}C konsentrasi 20% memberikan hasil terbaik untuk proses *pretreatment* dalam mengurangi kadar *lignin* dengan kandungan gula pereduksi tertinggi sebesar 2,942%. Tinggi proses hidrolisis mungkin tidak seimbang dengan laju degradasi, sehingga kadar gula pada suhu tinggi justru menurun.

5. SARAN

Penelitian selanjutnya perlu menggunakan variasi pelarut yang berbeda untuk membandingkan hasil dari praperlakuan. Meningkatkan efektivitas hidrolisis enzimatik proses praperlakuan harus dioptimalkan sebelum tahap hidrolisis enzimatik agar menghasilkan kandungan yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Rusdi, M., Musbir, dan Jusni. 2013. Penerapan Sistem Agribisnis Pada Usaha Budidaya Rumput Laut (Eucheuma sp.). Universitas Muhammadiyah Makassar. 15p.

[2] Purwanto, N. P. (2023). KEBIJAKAN KENAIKAN HARGA GULA PETANI .

[3] Suresh, P. S., Singh, P. P., Kapoor, S., Padwad, Y. S., & Sharma, U. (2022). Lactic acid-based deep eutectic solvent: An efficient green media for the selective extraction of steroidal saponins from Trillium govanianum. Separation and Purification Technology, 294, 121105.

[4] Hidayat, H. N., & Insafitri, I. (2021). Analisa Kadar Proksimat pada Thalassia Hemprichi dan Galaxaura Rugosa di Kabupaten Bangkalan. Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan, 2(4), 307-317.

[5] Lembono, P., & Syu, M. J. (2023). Produksi glukosa dari mikroalga chlorella, sp. melalui hidrolisis oleh enzim cellulase. Jurnal Teknik Kimia, 29(2), 95-103.

[6] Habibah, F., Kusuma, S. B. W., & Wijayati, N. (2016). Produksi Substrat Fermentasi Bioetanol dari Alga Merah Gracilaria verrucosa. Indonesian Journal of Chemical Science, 5(1).

[7] Hernández, D., Riaño, B., Coca, M., & García-González, M. C. (2015). Saccharification of carbohydrates in microalgal biomass by physical, chemical and enzymatic pre-treatments as a previous step for bioethanol production. Chemical Engineering Journal, 262, 939-945.

[8] Puspita, M. (2017). Enzyme-assisted extraction of phlorotannins from Sargassum and biological activities. Diponegoro University, Semarang & Université Bretagne Sud, France.

[9] Shukla A, Kumar D, Girdhar M, Kumar A, Goyal A, Malik T, Mohan A. 2023. Strategies of praperlakuan of feedstocks for optimized bioethanol production: distinct and integrated approaches. Biotechnology for Biofuels and Bioproducts. 16(1): 44. doi: 10.1186/s13068 023–02295–2

[10] Stevulova N, Cigasova J, Estokova A, Terpakova E, Geffert A, Kacik F, Singovszka E, Holub M. 2014. Properties characterization of chemically modified hemp hurds. Journal of Materials. 7, 8131–8150. doi: 10.3390/ma7128131.

[11] K, S., S, D., & G, R. (2018). Evaluasi proses sakarifikasi dan fermentasi dua rumput laut berbeda untuk produksi bioetanol yang ramah lingkungan. . *Bioteknologi Pertanian Biocata*.

[12] Permatasari, N. S., Zainuri, M., Kusumaningrum, H. P., Mishbach, I., & Hastuti, E. D. (2020, April). Bioethanol production using the SSF method (simultaneous saccharification and fermentation) of microalgae anabaena sp. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1524, No. 1, p. 012071). IOP Publishing.

[13] Suryaningrum, L. d. (2018). Potensi Enzim Selulase dalam Mendegradasi Material Lignoselulosa sebagai Bahan Pakan Ikan. Prosiding Seminar Nasional Hasil Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.

[14] Cotana, F., Cavalaglio, G., Gelosia, M., Nicolini, A., Coccia, V., & and Petrozzi, A. (2014). Production of bioethanol in a secondgeneration prototype from pine wood chips, Energy Procedia,

[15] Fuadi, A., Harismah, K., & Setiawan, A. (2015). PENGARUH SUHU DAN PH TERHADAP BANYAKNYA YIELD (KADAR GLUKOSA) YANG DIHASILKAN PADA PROSES HIDROLISIS. *Simposium Nasional*.